

HEAT RADIATING SUBSTRATE OF LAMINATED STRUCTURE AND ITS MANUFACTURE

Patent number: JP10012767
Publication date: 1998-01-16
Inventor: ICHIDA AKIRA; ARIKAWA TADASHI
Applicant: TOKYO TUNGSTEN KK
Classification:
- **international:** H01L23/14; H01L23/12; H01L23/373
- **european:**
Application number: JP19960158392 19960619
Priority number(s): JP19960158392 19960619

Abstract of JP10012767

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat-radiating substrate of a laminated structure having a desired coefficient of heat expansion and a heat conductivity and a stable, high-accuracy ratio of layer thickness permitting a low-cost and mass production in laminated Cu-Mo composite materials, its manufacturing method, and a heat-radiating substrate for a microwave package using it and a microwave semiconductor package. **SOLUTION:** A heat-radiating substrate of a laminated structure is used for a heat-radiating substrate for microwave package; copper(Cu) is used for a first layer, molybdenum(Mo) or a Cu-Mo composite material for a second layer, and Cu as a third layer; Ag plating is applied to both the surfaces of the second layer, and the layers are laminated in the order of the first layer, second layer and third layer; and the substrate is produced by jointing the first layer, second layer and third layer by means of warm unconfined compression. This heat-radiating substrate of laminated structure has a dispersion of the thickness of $\pm 10\%$ for each of the first layer and third layer after processing when the dispersion of the second layer is 1 after processing and has a heat conductivity of more than 250 W/m.K.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-12767

(43)公開日 平成10年(1998)1月16日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/14			H 0 1 L 23/14	M
23/12	3 0 1		23/12	3 0 1 J
23/373			23/36	M

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-158392

(22)出願日 平成8年(1996)6月19日

(71)出願人 000220103

東京タングステン株式会社

東京都台東区東上野五丁目24番8号

(72)発明者 市田 晃

富山県富山市岩瀬古志町2番地 東京タングステン株式会社富山製作所内

(72)発明者 有川 正

富山県富山市岩瀬古志町2番地 東京タングステン株式会社富山製作所内

(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54)【発明の名称】 積層構造放熱基板及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 積層されたCu-Mo複合材において、所望する熱膨張係数及び熱伝導率を備えるとともに、安価で量産化が可能である層厚の比が安定・高精度な積層構造放熱基板、その製造方法、及びそれを用いたマイクロ波用パッケージの放熱基板と、マイクロ波用半導体パッケージを提供すること。

【解決手段】 積層構造放熱基板は、マイクロ波用パッケージの放熱基板に用いられ、第1層として銅(Cu)と、第2層としてモリブデン(Mo)又はCu-Mo複合材と、第3層としてCuとを用意するとともに、前記第2層の両面にAgめっきを施し、前記第1層、第2層、及び第3層をこの順に積層して、温間一軸押圧によって前記第1層、第2層、及び第3層を接合することによって製造される。この積層構造放熱基板は、加工後の各層の厚みのばらつきが、第2層を1とした時に、第1層、第3層共に±10%以内にあり、250W/m・K以上の熱伝導率を有する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロ波用パッケージの放熱基板において、第1層として銅(Cu)と、第2層としてモリブデン(Mo)又はCu-Mo複合材と、第3層としてCuとをこの順に積層し、加工した積層構造放熱基板であって、加工後の各層の厚みのばらつきが、前記第2層の厚みを1とした場合、 $\pm 10\%$ 以内であり、前記第1層と前記第2層との界面及び前記第2層と前記第3層との界面に、銀(Ag)層を有し、少なくとも $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ の熱伝導率を有することを特徴とする積層構造放熱

基板。
 【請求項2】 請求項1記載の積層構造放熱基板の製造方法であって、第1層として銅(Cu)と、第2層としてモリブデン(Mo)又はCu-Mo複合材と、第3層としてCuとを用意するとともに、前記第2層の両面にAgめっきを施し、前記第1層、前記第2層、及び前記第3層をこの順に積層して、温間一軸押圧によって前記第1層、前記第2層、及び前記第3層を接合することを特徴とする積層構造放熱基板。

【請求項3】 請求項2記載の積層構造放熱基板の製造方法において、前記温間一軸押圧における接合の温度は、 $400\sim 600^\circ\text{C}$ であることを特徴とする積層構造放熱基板の製造方法。

【請求項4】 請求項1記載の積層構造放熱基板にマイクロ波帯域で使用される半導体素子を搭載したことを特徴とするマイクロ波用半導体パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子等の搭載用の積層構造放熱基板及びその製造方法に関し、詳しくは、マイクロ波用パッケージに用いる積層構造放熱基板、その製造方法、及びそれを用いた半導体パッケージに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子支持用の電極材料あるいは、半導体素子搭載用基板は、高密度化、高性能化が進み、その結果、発熱量が増大し、半導体の誤動作、劣化、破損等の原因となっている。そのため、放熱効果が高く、しかも半導体素子やその周辺材料との熱膨張係数が近似している放熱基板が求められている。

【0003】その一つとして、放熱性の高いCu板と熱膨張率の小さいMo板を組み合わせた積層材料が提案されている。

【0004】通常、このCu-Mo-Cu積層材(以下、CMCと呼ぶ)は、表面を適度に荒したMo板を2枚のCu板でサンドイッチ構造に、熱間圧延によって圧着接合する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、CuとMoという組み合わせの性質上、所望する比率で各種厚みの板

を欲する場合、まず原板の比率構成の設計が難しいことが挙げられる。また、所望する板厚が得られても圧延後の各層の厚み偏差が $25\sim 40\%$ と大きくなり、パッケージ個々で所望する熱特性が得られないことが多く、層比が安定且つ高精度なものが求められている。

【0006】この厚み偏差を小さくするため、温間一軸押圧(ホットプレス、以下、HPと呼ぶ)法あるいは温間等方押圧(以下、HIPと呼ぶ)法が試みられているが、HPでの圧力が 3 kg/cm^2 或いはHIPの圧力が 10 kg/cm^2 以上、圧着温度が 750°C 以上必要であり、低廉量産品としては、工業的に有意とはいえない。

【0007】但し、表面層をCuにした積層材は、最近の通信機器、特に、携帯電話絡みのパッケージ(PKG)の出力が急増し、素子が $50\sim 60^\circ\text{C}$ 、苛酷な領域では、 $90\sim 100^\circ\text{C}$ 近くにもなることがあり、Cu板だけでは、素子との熱膨張係数(α)のマッチングも無い上、反りの点でも障害が多い。熱膨張・熱伝導のトータルの整合性も大切であるが、表面層のCuによる初期放熱の効果も又設計者にとって魅力である。

【0008】そこで、本発明の技術的課題は、積層されたCu-Mo複合材において、制御された厚さの比率を備えることによって、所望する熱膨張係数及び熱伝導率を備えるとともに、安価で量産化が可能である層厚の比の安定・高精度な積層構造放熱基板及びその製造方法を提供することにある。

【0009】また、本発明の他の技術的課題は、前記積層構造放熱基板を用いた動作周波数が 100 MHz から 1 GHz に用いられるマイクロ波用半導体パッケージを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、マイクロ波用パッケージの放熱基板において、第1層として銅(Cu)と、第2層としてモリブデン(Mo)又はCu-Mo複合材と、第3層としてCuとをこの順に積層し、加工した積層構造放熱基板であって、加工後の各層の厚みのばらつきが、前記第2層の厚みを1とした場合、 $\pm 10\%$ 以内であり、前記第1層と前記第2層との界面及び前記第2層と前記第3層との界面に、銀(Ag)層を有し、少なくとも $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ の熱伝導率を有することを特徴とする積層構造放熱基板が得られる。

【0011】また、本発明によれば、前記積層構造放熱基板の製造方法であって、第1層として銅(Cu)と、第2層としてモリブデン(Mo)又はCu-Mo複合材と、第3層としてCuとを用意するとともに、前記第2層の両面にAgめっきを施し、前記第1層、前記第2層、及び前記第3層をこの順に積層して、温間一軸押圧によって前記第1層、前記第2層、及び前記第3層を接合することを特徴とする積層構造放熱基板が得られる。

【0012】また、本発明によれば、前記積層構造放熱基板の製造方法において、前記温間一軸押圧における接合の温度は、400～600℃であることを特徴とする積層構造放熱基板の製造方法が得られる。

【0013】さらに、本発明によれば、前記積層構造放熱基板にマイクロ波帯域で使用される半導体素子を搭載したことを特徴とするマイクロ波用半導体パッケージが得られる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について参照して説明する。

【0015】本発明の実施の形態による積層構造放熱基板は、マイクロ波用半導体パッケージの放熱基板に用いられる。この積層構造放熱基板では、第1層の表面層として銅(Cu)と、第2層の中間層としてモリブデン

(Mo)又はCu-Mo複合材(登録商標TT-RCM)と、第3層の表面層としてCuとをこの順に積層する。ここで、加工後の各層の厚みのばらつきが、第2層を1とした時に、±10%以内である。また、前記第1層と前記第2層との界面及び前記第2層と前記第3層との界面の夫々に、銀(Ag)層を有する。このAg層は、第2層の中間層に相当するMo、あるいはCu-Mo複合材であるTT-RCMに薄く銀めっきを施した後、第1層及び第3層のCu板をサンドイッチ状に配置し、HP法あるいはHIP法により圧着接合する。

【0016】ここで、従来においては、CuとMoを圧着するには、3kg/cm²以上の圧力と750℃以上の加熱を必要とした。しかし、本発明の実施の形態の積層構造放熱基板において、第2層である中間層に0.2～0.5μmのAgめっきを施すことにより、表面層をなす第1層又は第3層のCuとAgが拡散結合し、低圧(1～2kg/cm²以上)と低い温度(400～600℃)で圧着接合することができるとともに、積層各層間の密着強度も高めることができる。

【0017】尚、本発明の実施の形態においては、Agの熱膨張率は、 $19.1 \times 10^{-6}/K$ と大きい、このAgを含む層は薄いので、熱膨張への影響は殆どなく、また、Ag自体の熱伝導率は、419W/m・Kと高いため、放熱性が悪化するという事は有り得ない。

【0018】また、Agは高価なために、一般の金属めっき厚2～5μm付けたのではコストアップにつながり良くない。さらに、HP法やHIP法で工業的に安価な材料を供給できるかという懸念に対しては、本発明の実施の形態においては、□400～500mmあるいは直径400～500mmサイズのものを80～100セット積み重ねることにより、一枚当たりの加工費として大幅に低廉化できる。これを打ち抜くか、あるいは、スライス等により、一般的に求められる□10～50mmに加工したものは、圧延プロセスで作製したものに対して、十分遜色のないコストとなる。

【0019】また、本発明の実施の形態に関して、より具体的に第1層、第2層、および第3層の厚みのばらつきについて説明する。加工後の中間層の厚みを1とした時に、両表面層の厚みのばらつきは、±10%以内であるということについて説明する。

【0020】まず、加工前の第1層：第2層：第3層の厚みの比が、1：1：1で表される時(商品名CMC111)、加工後の第1層：第2層：第3層の厚みの比は、第2層の厚みを1とした時、(0.9～1.1)：1：(0.9～1.1)の範囲にあれば良い。

【0021】また、加工前の第1層：第2層：第3層の厚みの比が、3：1：3で表される時(商品名CMC313)、加工後の第1層：第2層：第3層の厚みの比は、第2層の厚みを1とした時、(2.7～3.3)：1：(2.7～3.3)の範囲にあれば良い。

【0022】また、加工前の第1層：第2層：第3層の厚みの比が、3：2：3で表される時(商品名CMC323)、加工後の第1層：第2層：第3層の厚みの比は、第2層の厚みを1とした時、(1.35～1.65)：1：(1.35～1.65)の範囲にあれば良い。

【0023】さらに、加工前の第1層：第2層：第3層の厚みの比が、4：3：4で表される時(商品名CMC434)、加工後の第1層：第2層：第3層の厚みの比は、第2層の厚みを1とした時、(1.2～1.47)：1：(1.2～1.47)の範囲にあれば良い。

【0024】このように、本発明の実施の形態において、第1層及び第3層を基準にした数値を書き換えると、加工後の厚みの範囲は、第1層：第2層：第3層の比で、(0.9～1.1)×(第1層/第2層)：

(0.3～3.0)：(0.9～1.1)×(第3層/第2層)となる。尚、(第1層/第2層)及び(第3層/第2層)は、加工前の夫々の層の厚みの比で、1.0～3.0の範囲内にある。

【0025】このように、本発明の実施の形態においては、加工後の両表面層の厚みのばらつきを10%以内とすることによって、熱伝導率及び熱膨脹係数等の熱特性が揃ってばらつきのない品質の良いものが得られる。

【0026】次に、本発明の実施の形態による積層構造放熱基板の製造の具体例について示す。

【0027】(第1の実施の形態)板厚0.5mmのMo板に、0.3μmのAgめっきを両面に付けた後、板厚0.5mmの2枚のCu板をサンドイッチ状に夫々板を配した。これをホットプレス機に装填し、N₂雰囲気下において、加熱温度500℃、圧力1.5kg/cm²で1時間保持し、圧着接合し、厚み1.5mm、公称層比1：1：1のCMC(商品名CMC111)を作製した。

【0028】この時の層比の偏差は、素材板厚比1：1：1に対して、0.98：1：0.98と良好であっ

た。熱伝導率は $261\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、熱膨張係数は、 $9.2\times 10^{-6}/\text{K}$ であった。又、厚み方向の密着強度は、 $5\sim 8\text{ kg/mm}^2$ であって充分であった。

【0029】また、同じサイズのCMCを圧延法により作製し、層比の偏差を測定したところ、 $0.70:1:0.72$ であった。この時の熱伝導率は、 $230\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、熱膨張係数は $8.8\times 10^{-6}/\text{K}$ であった。比較の為に、同接合条件でAgめっきをしなかったMo板と2枚のCu板の圧着接合を試みたが、全く接合しなかった。ちなみに、加熱温度を 800°C 、圧力を 3 kg/cm^2 に上げてようやく接合した。この時、前者とのホットプレス処理時間を比較すると約2.5倍かかり、量産性の違いは歴然であった。

【0030】(第2の実施の形態)板厚 0.5 mm の $40\%\text{ Cu-Mo}$ (TT-RCM40と呼ぶ)板の両面に、 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ のAgめっきを付けた後、板厚 0.5 mm の2枚のCu板をサンドイッチ状に夫々板を配した。これをホットプレス機に装填し、実施例1と同様の条件にて圧着接合し、厚み 1.5 mm 、公称層比 $1:1:1$ のCu/RCM40/Cuを作製した。

【0031】この時の層比の偏差は、素材板厚比 $1:1:1$ に対して、 $0.98:1:0.98$ と良好であった。熱伝導率は $320\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、熱膨張係数は $12.5\times 10^{-6}/\text{K}$ であった。又、厚み方向の密着強度は、 $5\sim 8\text{ kg/mm}^2$ であって充分であった。

【0032】比較の為に、同接合条件でAgめっきしなかったTT-RCM40板と2枚のCu板の接合を試みたが、全く接合しなかった。ちなみに、加熱温度を 750°C 、圧力を 3 kg/cm^2 に上げてようやく接合した。

【0033】(第3の実施の形態)板厚 0.5 mm のMo板の両面に、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ のAgめっきを付けた後、板厚 0.5 mm の2枚のCu板をサンドイッチ状に夫々板を配した。これをホットプレス機に装填し、 N_2 雰囲気下において、加熱温度 500°C 、圧力 1.5 kg/cm^2 で1時間保持し圧着接合し、厚み 0.6 mm 、公称層比 $1:1:1$ のCMC(商品名CMC111)を作製した。この時の層比の偏差は、素材板厚比 $1:1:1$ に対して、 $0.97:1:0.97$ と良好であった。熱伝導率は $265\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、熱膨張係数は $9.2\times 10^{-6}/\text{K}$ であった。又、厚み方向の密着強度は、 $5\sim 8\text{ kg/}$ *

* mm^2 であって充分であった。同サイズのCMCを圧延法により作製し、層比の偏差を測定したところ、 $0.75:1:0.75$ であった。

【0034】(第4の実施の形態)板厚 0.5 mm のMo板の両面に、 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ のAgめっきを付けた後、板厚 0.1 mm の2枚のCu板をサンドイッチ状に夫々板を配した。これをホットプレス機に装填し、 N_2 雰囲気下において、加熱温度 450°C 、圧力 2.0 kg/cm^2 で1時間保持し圧着接合し、厚み 0.5 mm 、公称層比 $2:1:2$ のCMC(商品名CMC212)を作製した。

【0035】この時の層比の偏差は、素材板厚比 $2:1:2$ に対して、 $1.95:1:1.95$ と良好であった。熱伝導率は $312\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、熱膨張係数は $14.8\times 10^{-6}/\text{K}$ であった。又、厚み方向の密着強度は、 $5\sim 8\text{ kg/mm}^2$ であって充分であった。

【0036】同サイズのCMCを圧延法により作製し、層比の偏差を測定したところ、 $1.5:1:1.5$ であった。この時の熱伝導率は、 $280\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、熱膨張係数は $13.5\times 10^{-6}/\text{K}$ であった。

【0037】放熱基板としては、一般に、 $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上あれば有用性はあるが、今回の場合はいずれも $250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上あり、高品質の窒化アルミニウムやベリリアを凌ぐレベルであり望ましい。

【0038】また、熱膨張率は、セラミックと接合する場合、大きすぎると熱サイクル中で剥離や亀裂等のトラブルの原因となるが、表面にCuがあるため、所謂DBC等で培ったCu/セラミックのロー付け技術が生かされるメリットもある。さらに、パワー半導体の回路用基板としても当然有望である。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、積層されたCu-Mo複合材において、制御された厚さの比率を備えることによって所望する熱膨張係数、熱伝導率とを備えるとともに、安価で量産化が可能である積層構造放熱基板及びその製造方法を提供することができる。

【0040】また、本発明によれば、前記利点を備えた積層構造放熱基板を用いたマイクロ波用パッケージの放熱基板とそれを用いたマイクロ波用半導体パッケージとを提供することができる。

【手続補正書】

【提出日】平成8年6月26日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】このように、本発明の実施の形態において、第1層及び第3層を基準にした数値で書き換えると、加工後の厚みの範囲は、第1層：第2層：第3層の比で、 $(0.9\sim 1.1)\times(\text{第1層}/\text{第2層})$ ： 1 ： $(0.9\sim 1.1)\times(\text{第3層}/\text{第2層})$ となる。尚、(第1層/第2層)及び(第3層/第2層)は、加工前

(5)

特開平10-12767

の夫々の層の厚みの比で、1.0～3.0の範囲内にあ　る。